Lane Medical Library

Aus dem Institut für Röntgenologie und physikalische Therapie
der Universität München.
Vorstand: Prof. Dr. Boehm.

STANFORD UNIVERSITY
NOV 17 1938
LIBRARY

Über die hydrostatischen Einwirkungen des Stehbades auf das Kreislaufsystem und ihre therapeutische Verwertbarkeit.

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
verfaßt und einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

WILLIBALD ARMBRUSTER

19 NOLTE 37

DISSERTATIONS-VERLAG G. H. NOLTE DÜSSELDORF

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät München.

Referent: Prof. Boehm.

Tag der mündlichen Prüfung: 22. II. 1937.

DEM ANDENKEN
MEINER ELTERN.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153721_0197

Bei den vorliegenden kymographischen Untersuchungen über die hydrostatische Druckwirkung des Stehbades ist es von Interesse, die gefundenen Tatsachen mit den bisher gewonnenen Erkenntnissen zu vergleichen. Es soll zunächst ein kurzer Überblick über die bisherigen Untersuchungsmethoden und theoretischen Überlegungen hinsichtlich der hydrostatischen Druckwirkung und deren therapeutische Verwertbarkeit gegeben werden.

Die hydrostatische Druckwirkung auf Herz und Kreislauf bei indifferenten Bädern ist schon früh der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. So hat Otfried Müller vor über 20 Jahren die Ansicht vertreten, daß Wasserbäder von etwa 34 Grad C auf den Kreislauf keinen nennenswerten Einfluß hätten.

In ähnlichem Sinne, also dem einer Ablehnung der Kreislaufwirkung indifferenter Bäder, äußert sich die Mehrzahl der älteren Autoren (Baum, Glax usw.). Dem Badewasser soll eine Einflußnahme auf den Kreislauf nur zukommen als Träger einer differenten Temperatur, als Mittel, den Organismus einer Kälte- oder Wärmewirkung auszusetzen oder als Träger für chemische Reize (z. B. Kohlensäure usw.). Die bei Einwirkung von Bädern mit indifferenter Temperatur gefundenen Blutdruckveränderungen bezog man lediglich auf die sensible Reizung durch das Wasser. Auch ist die Frage der Beeinflußbarkeit des Minuten- und Schlagvolumens viel bearbeitet und verschieden beantwortet worden: So kam Schapals zu dem Ergebnis, daß das indifferente Bad ohne Einfluß ist auf Herzarbeit, Minuten- und Schlagvolumen.

Es bleibt das Verdienst Tigerstedts, als erster die Bedeutung der Einwirkung des hydrostatischen Druckes auf den Kreislauf experimentell erwiesen zu haben: T. sah am kurarisierten Kaninchen bei Einschalten einer Stromuhr in die Aorta eine beträchtliche Zunahme des Minutenvolumens des Herzens, die unabhängig von der Temperatur des Badewassers, also im kalten und im warmen wie im indifferenten Bade auftritt und in Proportion steht zur Höhe des Badewassers.

Das Badewasser komprimiert nach T. die extrathorakalen Venen, insbesondere das Gefäßgebiet der Extremitäten und des Bauches. Es kommt zu einer reichlicheren Blutfüllung in den Zentralvenen und diese gibt die unmittelbare Veranlassung zur Steigerung des Schlag- und Minutenvolumens des Herzens.

Mit der Vergrößerung des Schlagvolumens im Bade hat sich in neuerer Zeit u. a. auch Stigler befaßt. Er stützt sich dabei auf die

Beobachtungen von Hill, daß Kompression des Abdomens oder ein bis zum Herzen reichendes Bad das kollabierte Tier sehr bald wieder zu sich bringt.

Die erste Wirkung des Bades auf den Kreislauf ist nach Stigler eine Vermehrung des venösen Zustromes zum Herzen und damit eine Vergrößerung des Schlagvolumens. Im Anschluß an die Untersuchungen über das Schlagvolumen bestimmte St. den arteriellen Blutdruck und fand diesen im Bade um 13—16 mm Hg erhöht. Er folgert daraus, daß die Ursache dieser Blutdrucksteigerung rein hydrostatisch bedingt ist und in der Vergrößerung des Schlagvolumens infolge des vermehrten Blutstromes aus den untergetauchten extrathorakalen Venen zum Herzen besteht.

Die Ansicht, daß das Schlagvolumen vom venösen Blutstrom abhängig ist, wird auch von Wenckebach geteilt. Nach W. wird die Herzarbeit von der jeweiligen Blutzufuhr zum Herzen beherrscht, denn „diese ist es, welche die Größe des Schlagvolumen bestimmend gestaltet. Von letzterem wird der große Kreislauf beherrscht und der Blutdruck mitbestimmt, der wieder auf das Herz selbst zurückwirken kann."

In neuerer Zeit fanden Bornstein und Budelmann im indifferenten Bade eine Vermehrung des Minutenvolumens um 85%. Da die Pulsfrequenz sich bei diesen Versuchen als praktisch gleich erwies, muß das Schlagvolumen um denselben Betrag angestiegen sein.

Im warmen Bade wurde ebenfalls eine starke Zunahme des Minutenvolumens gefunden. Da aber hierbei eine erhebliche Steigerung der Pulsfrequenz eingetreten war, kann die Vermehrung des Schlagvolumens nicht in demselben Maße angestiegen sein wie vorher.

Der naheliegende Gedanke, daß eine Zunahme des Minuten- und Schlagvolumens eine Erhöhung der Blutdruckamplitude zur Folge haben muß, findet durch die exakten Untersuchungen F. Groedels seine Bestätigung: Er fand im temperaturindifferenten Süßwasserbad ein geringes Fallen des diastolischen und ein geringes Ansteigen des systolischen Blutdrucks. Dasselbe Ergebnis zeigte sich auch im Kohlensäure-Bad.

G. bediente sich bei diesen Untersuchungen des Lange schen Apparates, durch den fortlaufend der systolische, diastolische und mittlere Blutdruck registriert werden. Da bei diesen Messungen der Blutstrom nicht völlig gedrosselt wird, die Blutversorgung des gestauten Armes vielmehr ausreichend ist, wird selbst eine länger dauernde Messung ohne Störung vertragen. G. ist der Ansicht, daß Ausschlagsschwankungen, die wir mit dem Lange'schen Automographen erhalten, tatsächlichen Schwankungen entsprechen.

Die therapeutische Bedeutung des hydrostatischen Druckes.

Daß dem Wasserdruck auch von therapeutischen Gesichtspunkten aus Bedeutung beizumessen ist, hat Moll durch zahlreiche Untersuchungen bewiesen. Es fiel ihm auf, daß die Kranken, die an mit Schwellungen einhergehenden Gelenkerkrankungen bezw. an Ödemen in der Knöchelgegend litten, nach einigen Bädern im Hévizer Teich (Ungarn) konsequent über Besserung der Beschwerden berichteten: „Die Schwellung des Sprunggelenkes nahm ab, die Schuhe wurden ihnen zu weit, während die oberen Gelenke, insbesondere die Schultergelenke unverändert weiter schmerzten."

Der praktischen Bedeutung halber sei folgende Schilderung Molls wörtlich angeführt: „Im Hévizer Teich baden die Kranken ausnahmslos stehend, indem sie sich teils an höheren, teils an tieferen Stellen in den Schlamm eingraben. Ich konnte mir daher den Umstand, daß am Sprunggelenk eine Besserung bezw. Volumenverminderung eher auftritt als am Schultergelenk, bloß mit der Wirkung des hydrostatischen Druckes erklären. Es sei darauf hingewiesen, daß keiner der beobachteten Kranken bettlägerig war. Selbst die an schwerer Arthritis Leidenden, die zu Hause wochen- oder monatelang gelegen waren, ohne daß die Schwellungen abgenommen hätten, konnten sich nicht schonen, denn sie mußten ins Bad und von dort in ihre ziemlich weit entfernte Wohnung mehrmals täglich zu Fuß gehen. Somit konnte die Schonung vom Gesichtspunkte der Abnahme der Schwellungen überhaupt nicht in Betracht kommen. Dabei wurden die Kranken außer der Badekur keiner anderen Medikation unterworfen. Ihren Badevorschriften gemäß badeten die Kranken einen Tag einmal, am andern Tage zweimal, im Durchschnitt etwa eine Stunde lang."

Durch Fußvolumenmessungen konnte Moll nachweisen, daß indifferente Stehbäder wie auch solche von viel höherer Temperatur eine bedeutende Fußvolumenverminderung bewirken, während Fuß- und Sitzbäder von derselben Temperatur keine Veränderung bezw. eine Volumenzunahme hervorrufen. Nach seiner Ansicht ist die Fußvolumenveränderung der Preßwirkung des Wassers zuzuschreiben, die auf das im Wasser stehende Individuum einen von unten nach oben allmählich abnehmenden Druck ausübt. Stehbäder sind nach M. besonders bei einer Stauung in den Venen- und Lymphgefäßen, auch bei Schwellungen entzündlichen Ursprungs sowie bei Zuständen nach Bruch und Verrenkung indiziert.

Der therapeutische Faktor des Wasserdrucks läßt sich nach Moll nicht allein auf die physikalische Einwirkung zurückführen: Unter der Einwirkung des Wasserdrucks wird die sich um das erkrankte Gelenk herum stauende Lymphe ausgepreßt, infolgedessen wird auch der Weg des venösen und arteriellen Kreislaufes frei. Darauf ist es wohl zurückzuführen, daß bei chronisch entzündlichen Schwellungen nach Stehbädern Dauererfolge erzielt werden können.

Der Wasserdruck ist somit durch das Ausdrücken der Entzündungsprodukte und der Lymphe nach Moll auch an der Wiederherstellung der lokalen vasomotorischen Reaktionsfähigkeit beteiligt.

Sitzt die Erkrankung in höher gelegenen Körperteilen, so kann man den Mangel des größeren Druckes durch eine längere Badedauer ersetzen, nach Molls Ansicht können die Kranken sogar stundenlang in einem Badewasser von indifferenter Temperatur stehen.

Letzterer Behauptung muß wohl eine Einschränkung auferlegt werden. Immerhin besteht nach unserer Ansicht die Möglichkeit, bei Unterstützung durch geeignete Haltevorrichtungen leicht Kranke längere Zeit bei einer Temperatur von 34—35 Grad C im Bade stehen zu lassen. Es empfiehlt sich, bei der Bäderverordnung auch auf die möglichste Ausnützung der hydrostatischen Wirkung bedacht zu sein.

Eisenmenger hat dagegen den variablen hydrostatischen Druck auf seine therapeutische Bedeutung untersucht. Mit Hilfe seines selbst konstruierten Apparates konnte er den Wasserdruck nach Belieben steigern und verringern und zwar mit der Geschwindigkeit der Respirationsbewegungen: Während die Ausatmung durch das Ansteigen des Wasserspiegels vom Nabel bis zum oberen Brustteil verstärkt wird, wird die Einatmung durch Sinken der Wassersäule auf den vorigen Stand bedeutend erleichtert.

Nach E. ist der Bauch mit seinen weichen und nachgiebigen Decken und seinem als Blutreservoir unseres Körpers bekannten Blutreichtum für derlei mechanische Einwirkungen geeignet. Die großen Gefäße des Abdomens und das Pfortadersystem sind in erster Linie dem Drucke ausgesetzt, wodurch das Blut dem Herzen zu gedrängt wird. Allerdings werden dadurch nicht nur die Venen, sondern in gleichem Maße auch die Arterien der Bauchhöhle dem jeweiligen Druck unterworfen, jedoch können die dünnwandigen Venen mit den stärkeren Arterien in Bezug auf Widerstand nicht gleichen Schritt halten.

E. ist der Ansicht, daß der variable hydrostatische Druck überall da in Betracht kommt, wo es sich um Stauung oder Verlangsamung des Blut- oder Lymphstromes handelt. Er sieht also in der variablen hydrostatischen Druckwirkung dieselbe therapeutische Bedeutung, die Moll durch experimentelle Untersuchungen im Stehbad findet.

Über weitere Erfolge bei Anwendung von länger dauernden Stehbädern berichtet Schulhof. Er konnte bei über 1000 Patienten, die an Plattfußbeschwerden und Varizen litten, oder zur Nachbehandlung früher entstandener Thrombosen und Thrombophlebitiden gekommen waren, die objektive Beobachtung machen, daß nach protrahierten Bädern in aufrechter Stellung die Rigidität der Muskeln nachließ, die aktive und passive Beweglichkeit des Fußes zunahm und die Schwellung des Unterschenkels kontrollierbar zurückging. Nach Ansicht von Sch. ist die hydrostatische Druckwirkung des Bade-

wassers nur insofern von Temperatur und chemischen Bestandteilen abhängig, als diese das spezifische Gewicht des Badewassers verändern.

Diese Faktoren sind nicht erheblich. Selbst beim Moorbad ist die mechanische Druckwirkung nur unbedeutend. Nach den Untersuchungen von Souci am Aiblinger Bademoor beträgt das spezifische Gewicht der Trockenmasse 1,497, das des badefertigen Moorbreies (lt. Badevorschrift) 1,024. Infolge des geringen Gehaltes des Moorbreies an Trockensubstanz kommt beim Moorbad das spezifische Gewicht nur in untergeordnetem Maße zur Auswirkung, sodaß darin eine Bedeutung für die therapeutischen Eigenschaften des Moores nicht angenommen werden kann.

In der neuesten Zeit fanden Stehbäder therapeutische Verwendung bei der Behandlung der „orthostatischen arteriellen Anaemie". Diese Bezeichnung wurde von Bjure und Laurell für ein Krankheitsbild geprägt, das, wie sie nachweisen konnten, mit einer in aufrechter Stellung deutlich verminderten Zirkulation zusammenhängt. Die Patienten haben nicht selten die von Stiller beschriebene asthenische Konstitution, doch ist dieses Krankheitsbild nicht an einen typischen asthenischen Habitus gebunden, es wird auch häufig bei langen Individuen mit starkem Untergewicht angetroffen. Die Hauptsymptome sind körperliche und geistige Müdigkeit, großes Schlafbedürfnis, träge Gedankentätigkeit bei aufrechter Stellung und allerlei „neurasthenische" Beschwerden, Magenschmerzen und Obstipation.

Nach Angaben der Verfasser bessern sich die Beschwerden im Liegen, beim Anlegen von Bauchgürtel oder Beinbinden sowie beim Stehen in einem bis zum Nabel gefüllten Wasserbehälter.

Bei diesen gegen die verminderte Zirkulation gerichteten Maßnahmen fanden die Verfasser eine Zunahme des Minutenvolumens und ein deutliches Sinken der Frequenz. Es wird daher angenommen, daß dieses Krankheitsbild auf einer beim Stehen abnorm starken Blutverschiebung nach Bauch und unteren Extremitäten beruht und durch die oben erwähnte Therapie leicht beeinflußt werden kann.

Die Frage der Änderung der Herzgrößenverhältnisse durch hydrotherapeutische Maßnahmen ist von Beck, Dohan, Schminke u. a. besprochen und verschieden beantwortet worden.

F. Groedel hat die Frage, ob eine durch ein Bad verursachte Herzgrößenveränderung röntgenologisch nachweisbar ist, 1912 folgendermaßen zusammengefaßt: „Badeprozeduren, welche eine Pulsbeschleunigung verursachen, können eine diastolische Herzverkleinerung, solche, die eine Pulsverlangsamung hervorrufen, eine geringe systolische Herzvergrößerung zur Folge haben. Die Größenzunahme bezw. -abnahme ist jedoch so gering, daß ihr praktischer Nachweis große Schwierigkeiten machen und oft mißlingen dürfte."

Wir haben für unsere Untersuchungen das von Pleikart Stumpf angegebene flächenkymographische Verfahren angewandt, dessen Methode kurz angegeben sei:

Zwischen Patienten und Film wird ein Bleiraster gebracht, das genügend Dicke besitzt, um die Röntgenstrahlen abzuschirmen. Dieses Bleiraster enthält parallel verlaufende, ½ mm breite Schlitze im Abstand von 12 mm. Bei der Belichtung werden also auf dem Film den Schlitzen entsprechende schmale Streifen abgebildet. Dadurch, daß sich das Raster bezw. der Film um die Breite des Rasterabstandes nach abwärts bewegt, wird der ganze Film successive belichtet. Es werden infolgedessen zahlreiche Punkte des Herzrandes ihre Bewegung aufzeichnen *).

Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode besteht darin, daß Veränderungen des Herzmuskels unter Umständen direkt an der Bewegungsform des schlagenden Herzens erkannt werden können (im Gegensatz zur indirekten Methode des E. K. G.). Man kann außerdem auf die Frequenz, auf systolische und diastolische Endlage sowie, infolge charakteristischer Zackenformen, auf die Randanteile der einzelnen Herzabschnitte gewisse Rückschlüsse ziehen. Zu berücksichtigen ist aber, daß die Bewegung nur in einer Richtung abgebildet wird. Man muß außerdem an Umformungen verschiedener Art während der Herzphasen denken, z. B. Drehbewegungen des Herzens, Pendelbewegungen usw. Auch Stumpf ist der Ansicht, daß die lateralen und medialen Kymogrammkurven nicht genau mit dem in der Physiologie üblichen Begriff der Diastole und Systole zusammenfallen.

Infolge der Schwierigkeiten, die mit den bisherigen Methoden zur Bestimmung der Herzschattengröße verbunden waren, konnten keine befriedigenden Resultate erzielt werden. So war die Orthodiagraphie zu sehr von der Subjektivität des Untersuchers abhängig. Bei der Herzfernaufnahmetechnik war, um vergleichbare Größen zu erhalten, eine lange Belichtungszeit notwendig, wodurch leicht unscharfe Bilder zustande kamen. Bei kurzer Belichtungszeit konnte man nicht entscheiden, welche Phase zwischen Systole und Diastole getroffen war. Die an sich ideale Methode der Röntgenkinematographie, die besonders von Groedel ausgebaut wurde, ist für die meisten Institute wegen der hohen Anschaffungs- und Betriebskosten (zahlreiches Filmmaterial usw.) schwer durchführbar, außerdem führen die bei längerer Belichtungszeit verabreichten Hautdosen leicht zu Schädigungen. Demnach bleibt für uns die Flächenkymographie z. Zt. das Verfahren, das für vergleichende Untersuchung bei der hydrotherapeutischen Forschung am meisten geeignet erscheint.

*) Verwendet wurde für die vorliegenden Versuche der nach diesem Prinzip eingerichtete „Kymograph" nach Stumpf, geliefert von der elektromedizinischen Werkstätte München.

Zu unseren experimentellen Untersuchungen sind nur kräftige und gesunde Leute im Alter von 17 bis 24 Jahren herangezogen worden. Eine Schädigung der Herzfunktion lag in keinem Falle vor. Technisch gingen wir folgendermaßen vor: Mit Hilfe der Durchleuchtungsvorrichtung wurde bei mittlerer Inspirationsstellung der Zwerchfellstand und die Herzränder auf dem Schirm aufgezeichnet, anschließend wurde sofort die erste Kymogrammaufnahme hergestellt.

Vor der zweiten Aufnahme ließen wir die Versuchsperson in ein hierfür geeignetes Faß steigen. Der Wasserstand erreichte die Nabelhöhe, die Temperatur betrug 34—35 Grad C. Zur Anpassung an die geänderten Kreislaufverhältnisse blieb der Patient ca. 10 Minuten lang ruhig im indifferenten Wasser stehen. Nachdem wir uns überzeugt hatten, daß Zwerchfellhöhe und Herzlage der vorigen Einstellung entsprachen, wurde die 2. Aufnahme hergestellt. Bei beiden Aufnahmen wurden genau dieselben technischen Bedingungen eingehalten, z. B. 80 KVs, 80 MA, 2 sec. Rasterablauf bei 1,20 m Entfernung. Aufnahmegerät: Röntgendrehstromapparat „Titanos SE" der Firma Koch & Sterzel, Drehanodenröhre „Rotalix 2" der Firma C. H. F. Müller.

Versuchsergebnisse.

Zur besseren Übersicht über die Herzgrößenverhältnisse dienen die Abkürzungen:

Mr = Medianabstand rechts (diastol.) *),
Ml = Medianabstand links (diastol.),
T = Transversaldurchmesser (diastol.) = Mr + Ml.

I. Fall (H.):

	Mr	Ml	T
Kymogramm Ia vor dem Stehbad	?	8,7 cm	?
Kymogramm Ib nach 15 Min. i. Stehb.	5,1 cm	8,8 cm	13,9 cm

Auf Bild Ia ist der rechte Herzrand durch Wirbelsäulenschatten verdeckt, über die Vergrößerung des Transversaldurchmessers auf Ib läßt sich deshalb nichts sicheres aussagen.

Auf beiden Bildern ist das Vorspringen des Pulmonalbogens deutlich sichtbar. Auffallend sind auf Ia die Schleuderzacken am Ende der diastolischen Lage des linken Ventrikels. In einem geringeren Maße zeigt auch Ib Schleuderbewegung, hier sind infolge stärkerer Füllung des linken Ventrikels die Zacken plumper geworden. Das linke Vorhofgebiet zeigt auf beiden Aufnahmen nur geringe Bewegung. Der verstärkten Exkursion des rechten und linken Ventrikels entsprechend finden wir bei Ib vermehrte pulsatorische Lageverschiebung von Aorta und Pulmonalis. Selbst auf dem absteigenden fixierten Teil der Aorta tritt die Bewegung noch hervor.

Im oberen Abschnitt des rechten Ventrikels ist eine Überlagerung von Vorhof- und Kammerbewegungen festzustellen, der untere

*) „diastolisch" in den folgenden Ausführungen entsprechend dem röntgenologischen Sprachgebrauch gleichbedeutend mit: gemessen vom Endpunkt der Lateralbewegung; vgl. Ausführungen S. 10.

Abschnitt zeigt reine Kammerbewegung. Erhebliche Frequenzunterschiede sind beim Vergleich beider Aufnahmen nicht nachzuweisen.

Bild Ia zeigt normalen Typ I, d. h. stärkere Bewegung im unteren Abschnitt des linken Ventrikels, während dieser Abschnitt auf Ib (wahrscheinlich infolge stärkerer Füllung des linken Ventrikels) geringere Exkursionen macht.

II. Fall (W.):

24jähriger, 1,73 m großer Mann. Gewicht 73 kg. Athletischer Typ. Kräftige Muskulatur. Guter Schwimmer.

	Mr	Ml	T
Kymogramm IIa vor dem Stehbad	4,6 cm	11,8 cm	16,4 cm
Kymogramm IIb nach 15 Min. i. Stehb.	5,1 cm	11,6 cm	16,7 cm
Zunahme des Transversaldurchmessers			0,3 cm

Beide Aufnahmen zeigen eine starke Verbreiterung des linken Ventrikels: Es dürfte sich bei dem muskelstarken Mann um eine besondere Form des Sportherzens handeln, irgendwelche Insuffizienzerscheinungen waren klinisch nicht vorhanden. Auf Bild IIa kommt die Bewegung der Aorta asc. deutlich zum Ausdruck, auf IIb ist dieser Bereich fast bewegungslos. Sehr eindrucksvoll ist die Verbreiterung der Zacken des rechten und linken Ventrikels auf Bild IIb. Wir können daraus schließen, daß die vermehrte Blutfüllung der Ventrikel in plumpen Zacken zur Darstellung kommt.

Im rechten Vorhof- und Kammergebiet auf IIb ist auch eine geringe Amplitudengröße auffallend, besonders im oberen Abschnitt. Wahrscheinlich ist der rechte Vorhof durch den stärkeren Blutzustrom so gespannt, daß sich sein Bewegungsraum und auch der des angrenzenden Ventrikels verringert hat. Die Exkursionen des ganzen linken Ventrikels auf IIb sind deutlich vergrößert, was mit besonderer Anpassungsfähigkeit des linken Ventrikels an die vermehrte Blutfüllung zusammenhängen dürfte. Dementsprechend ist auch die pulsatorische Lageveränderung der Aorta vergrößert, was bei einem Vergleich beider Bilder deutlich in Erscheinung tritt. Die beiden Aufnahmen zeigen keine erheblichen Frequenzunterschiede, demnach scheint die Verbreiterung der Zacken auf IIb allein in der vermehrten Blutfüllung der Ventrikel begründet zu sein. Auf beiden Bildern ist Bewegungstyp I vorhanden.

III. Fall (Ger.):

16jähriger kräftiger Junge, 1,78 groß. Gewicht 77 kg. Cor klinisch o. B. Dem Alter entsprechend gut durchtrainierter Körperbau. Mittelguter Schwimmer.

	Mr	Ml	T
Kymogramm IIIb vor dem Stehbad	5,2 cm	8,8 cm	14,0 cm
Kymogramm IIIb nach 15 Min. i. Stehb.	6,8 cm	8,0 cm	14,8 cm
Zunahme des Transversaldurchmessers			0,8 cm

Infolge geringer Änderung in der Einstellung weicht auf Bild IIIb die ganze Herzfigur etwas nach rechts ab.

Der Transversaldurchmesser ist auf der Stehbadaufnahme deutlich vergrößert, was neben der Einstellungsänderung auch durch die vermehrte Füllung der Ventrikel verursacht sein dürfte. Überraschend ist die beträchtliche Frequenzverminderung auf Bild IIIb. Bekanntlich tritt im indifferenten Stehbad zumindest ein Gleichbleiben (wenn nicht eine Zunahme) des Minutenvolumens in Erscheinung, bei verminderter Frequenz muß daher das Schlagvolumen vermehrt sein. Als kymographischer Ausdruck für vermehrtes Schlagvolumen sehen wir eine verstärkte pulsatorische Lageverschiebung der Aorta. Ein eigenartiges Phänomen auf Bild IIIb ist die Aufsplitterung der Lateralbewegung jeder zweiten Zacke an beiden Herzrändern, besonders am linken Ventrikel und an der Aorta. Beim Vergleich beider Bilder stellen wir auch hier eine Änderung des Bewegungstypes fest. IIIa zeigt Typ I, IIIb Typ II.

IV. Fall (Gth.):

17jähriger 1,70 m großer Junge. Gewicht 68 kg. Gut entwickelte Muskulatur, mittelguter Schwimmer.

	Mr	Ml	T
Kymogramm IVa vor dem Stehbad	4,4 cm	8,3 cm	12,7 cm
Kymogramm IVb nach 15 Min. i. Stehb.	4,5 cm	9,8 cm	14,3 cm
Zunahme des Transversaldurchmessers			1,6 cm

Auffallend ist die enorme Vergrößerung des Transversaldurchmessers, die bei der nur geringen Einstellungsänderung in der Hauptsache durch die vermehrte Ventrikelfüllung verursacht sein dürfte.

Bild IVa zeigt im oberen Abschnitt des rechten Herzrandes Doppelzacken als Ausdruck für die Überlagerung von Vorhof- und Kammerbewegung in diesem Gebiet. Bei IVb sind Doppelzacken im ganzen Bereich des rechten Herzrandes vorhanden, die Amplitude ist hier durchweg verringert.

Wir sehen auf Bild IVa auffallend spitze Zacken. Auf IVb ist die Zackenform trotz der nur geringen Frequenzverminderung bedeutend plumper, im oberen Abschnitt des linken Ventrikels ist sogar eine bogenförmige Lateralbewegung vorhanden. Wahrscheinlich hängt hier die breitere Zackenbildung allein von der vermehrten Ventrikelfüllung ab. Letztere trägt auch hier zur Änderung des Bewegungstyps bei: Bild IVa zeigt Typ I, IVb Typ II.

Folgerungen aus den Versuchsergebnissen.

Auf sämtlichen Aufnahmen im Stehbad ist eine plumpe Zackenform aufgetreten, die wir auf eine vermehrte Blutfüllung der Herzhöhlen zurückführen können. Die von anderer Seite geäußerte An-

sicht, daß für das Zustandekommen solcher Zackenformen ein mehr oder minder großes Mißverhältnis zwischen der Leistungsfähigkeit des Myocards und dem erhöhten Innendruck notwendig sei, scheint uns schon deshalb unwahrscheinlich, als die Verabreichung eines Stehbades für gesunde Leute, wie es unsere Versuchspersonen waren, nur eine geringe Belastung bedeuten kann.

Für die vermehrte Blutfüllung der Herzhöhlen während des Stehbades spricht weiter die Vergrößerung des diastolischen Transversaldurchmessers, zumal es mit Hilfe der Durchleuchtungsvorrichtung gelungen ist, etwa gleichen Zwerchfellstand und Stellung zur Längsachse des Körpers beizubehalten. Das Ausmaß der Größenzunahme ist jedoch nicht einheitlich, wahrscheinlich infolge individuell verschiedener Anpassungsfähigkeit des Herzens an eine vermehrte Füllung.

Eine wesentliche Frequenzveränderung ist, soweit es sich im Kymogramm beurteilen läßt, während des Stehbades nicht eingetreten. Fall III macht eine Ausnahme, hier beträgt die Frequenzverminderung rund $^1/_3$. Dieses überraschende Ergebnis steht sicher in Zusammenhang mit der Aufsplitterung jeder zweiten Zacke auf dem Stehbadkymogramm. Die bisherige Annahme, daß diese Zackenform der Ausdruck für pathologische Zustände sein muß, ist zumindest durch diesen Befund widerlegt.

Bei allen Aufnahmen im Stehbad ist eine nachweisbare Vergrößerung der Bewegungsamplitude vorhanden. Wahrscheinlich ist diese Erscheinung zum Teil der kymographische Ausdruck für eine vermehrte Blutdruckamplitude, die im temperaturindifferenten Bade sicher vorhanden ist. Nach Dietlen u. a. hat eine große Blutdruckamplitude eine große Bewegungsamplitude der Aorta zur Folge.

Ein weiteres interessantes Verhalten zeigt der Bewegungstyp. In drei Fällen ist auf der ersten Aufnahme Typ I, d. h. stärkere Bewegung im unteren Abschnitt des linken Ventrikels, bei den Stehbadaufnahmen dagegen Typ II, d. h. geringere Bewegung in diesem Abschnitt vorhanden.

Bei einem Fall (II) blieb der Bewegungstyp unverändert, hier handelt es sich aber um ein Sportherz: Die vermehrte Füllung war wohl nicht mehr imstande, die Spitzenbewegung des an sich schon hypertrophischen Herzens wesentlich zu ändern. Wir teilen die Ansicht Neumaiers, daß die Ursache der Typänderung im Stehbad mit der vermehrten Füllung des linken Ventrikels in Zusammenhang steht.

Zusammenfassung.

Einleitend wurden einige wichtige Arbeiten erwähnt, die sich mit dem hydrostatischen Einfluß auf Herz und Kreislauf beschäftigten: Mehrere Autoren kamen durch experimentelle Untersuchungen zu der Erkenntnis, daß im indifferenten Bade eine Vermehrung des

Blutzustromes zum Herzen und damit eine Vergrößerung des Schlag- und Minutenvolumens statt hat, die durch die hydrostatische Druckwirkung verursacht ist. Auch fand man die Blutdruckamplitude im indifferenten Bade vergrößert.

Die therapeutische Bedeutung der hydrostatischen Druckwirkung ist bald erkannt und zur Behandlung zahlreicher Krankheitsfälle ausgewertet worden: Das prolongierte indifferente Stehbad ist bei Stauungen in den Venen- und Lymphgefäßen, bei ödematösen Schwellungen, sowie bei Zuständen nach Bruch und Verrenkung indiziert. Ein weiteres dankbares Indikationsgebiet ist die „orthostatische arterielle Anaemie".

Zur Prüfung des hydrostatischen Einflusses auf das Kreislaufsystem haben wir das Verfahren der Röntgenkymographie anderen Methoden vorgezogen. Beim Vergleich der Kymogramme vor und während des Stehbades fallen bedeutende Unterschiede auf, für die wir im einzelnen eine Erklärung gesucht haben:

Die Vergrößerung des diastolischen Transversaldurchmessers, die plumpe Zackenbildung sowie die Änderung des Bewegungstyps sind wohl in erster Linie auf den vermehrten Blutinhalt der Herzhöhlen zurückzuführen. Die Vergrößerung der Bewegungsamplitude des Aortenbogens dürfte mit der Vergrößerung des Schlagvolumens und der Blutdruckamplitude in Zusammenhang stehen. Eine deutliche Frequenzverminderung ist nur in einem Falle aufgetreten, wo gleichzeitig eine Aufsplitterung der randbildenden Zacken zustande gekomen war.

Die Versuchsergebnisse haben gezeigt, daß das Verfahren der Röntgenkymographie des Herzens und der großen Gefäße sich eignet, den hydrostatischen Einfluß von Bädern auf das Kreislaufsystem zu untersuchen. Es ist nachgewiesen worden, daß bereits das indifferente Stehbad kymographisch nachweisbare Veränderungen an einem Herzen herbeiführen kann. Die hierbei gemachten Beobachtungen lassen vermuten, daß die hydrostatische Einwirkung auf das Kreislaufsystem zur Klärung wichtiger Fragen der Röntgenkymographie beitragen kann.

Wir sind uns bewußt, bei der geringen Anzahl der Versuchsreihen nur einen kleinen Beitrag zur Klärung der Kreislaufwirkung des Stehbades gebracht zu haben. Nach den bisherigen Ergebnissen zu schließen, dürfte die Fortsetzung der begonnenen Versuchsreihen eine dankbare Aufgabe sein.

Zum Schlusse möchte ich meinem verehrten Chef, Herrn Universitätsprofessor Dr. Boehm, für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die zur Verfügung gestellten technischen Hilfsmittel bestens danken.

Ebenso sei Herrn Oberarzt Dr. Ekert für die Anregungen zu der Arbeit sowie Herrn Dr. Neumaier an dieser Stelle wärmstens gedankt.

SCHRIFTTUM

Baum: Ztschr. phys. diät. Therapie 1916 (20).
Beck und Dohan: Münchn. Med. Wschr. 1909 Nr. 4.
Bornstein und Budelmann: Zschr. phys. Ther. Bd. 44.
Dietlen: Herz und Gefäße im Röntgenbild 1923.
Eisenmenger: Ther. d. Gegenw. 20, 116 (1918).
Glamser: Zschr. phys. diät. Ther. 15, 129 (1911).
Glax: Lehrbuch der Balneotherapie, Enke Verlag, 1900.
Groedel F.: Zschr. phys. Ther. 44.
— Röntgendiagnostik 1936.
Heckmann: Klin. Wschr. 1935 II.
— Münchn. Med. Wschr. 1935 II.
Hill: The Journ. of Physiol. 1899, Suppl. page 16.
Lange: Ref. Zschr. phys. Ther. Bd. 43.
Laurell und Bjure: F. d. Röntg. Bd. 53, Heft 3, 1936.
Moll: Zschr. exp. Med. Berlin 72.
— Zschr. phys. Ther. 40, 1931.
Müller, Otfried: Berl. klin. Wschr. 1913 Nr. 25.
Moritz und v. Tabora: Dtsch. Arch. klin. Med. 98.
Neumaier: „Der Balneologe" 1936, Heft 9.
Schapals: zit. nach Schott.
Schminke: Fortschr. Med. 1910 Nr. 25.
Schott: Dsch. med. Wschr. 49 (1923).
— Dsch. Arch. f. klin. Med. 140.
Souci: Veröffentl. d. Zentralst. f. Balneologie, Berlin 1933.
Schulhof: Zschr. phys. Ther. 35, 105.
Stigler: Wiener med. Wschr. 1925, 1209.
Stumpf, Weltz u. a.: Röntgenkymographische Bewegungslehre innere Organe 1936.
Tigerstedt: Skand. Arch. f. Physiol. 36, 1918.
Wenckebach: Herz und Kreislaufinsuffizienz 1932.

LEBENSLAUF.

Am 6. Juni wurde ich in Schenkenzell als Sohn des Gastwirtes Joseph Armbruster geboren. Ich besuchte dort fünf Klassen der Volksschule und trat 1921 in das Realgymnasium zu Freiburg i. Brg. ein, wo ich im März 1929 die Reifeprüfung ablegte. Ich widmete mich zunächst zwei Semester dem Studium der Forstwissenschaft. Seit dem Wintersemester 1930/31 studierte ich Medizin und bestand im April 1933 das Physikum in Freiburg i. Brg. Meine klinischen Studien verbrachte ich in Prag, Innsbruck und München, wo ich im Dezember 1935 das Staatsexamen beendete.

Als Praktikant war ich im Institut für Röntgenologie und physik. Therapie der Universität sowie auf der Internen Abteilung des Nymphenburger Krankenhauses in München beschäftigt. Die Approbation erhielt ich im Dezember 1936.